

A36066 - 066340.0179

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Schneidewind et al.i  
Serial No. : 10/699,121  
Filed : October 31, 2003  
For : METHOD AND APPARATUS FOR TESTING MOVEMENT-SENSITIVE SUBSTRATES

I hereby certify that this paper is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to:  
Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450,  
on:

November 20, 2003

Date of Deposit

James J. Maune

Attorney Name

26,946

PTO Reg. No.

November 20, 2003

Date of Signature

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Commissioner of Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450  
Sir:

A claim for priority is hereby made under the provisions of 35 U.S.C. §119 for the above-identified U.S. patent application based upon Germany Application Nos. 102 51 377.5 filed November 1, 2002 and 102 58 375.7 filed December 12, 2002. Copies of these certified applications are enclosed.

Respectfully submitted,

James J. Maune

Patent Office Reg. No. 26,946

Attorney for Applicants  
212-408-2566

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 58 375.7

**Anmeldetag:** 12. Dezember 2002

**Anmelder/Inhaber:** SUSS MicroTec Test Systems GmbH, Thiendorf/DE

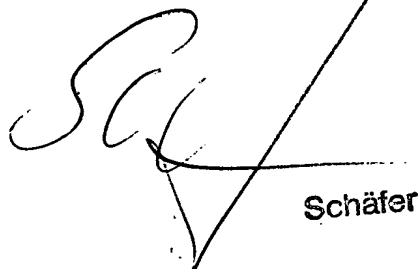
**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zum Testen von bewegungssensiblen Substraten

**Priorität:** 01.11.2002 DE 102 51 377.5

**IPC:** H 01 L, B 81 B, G 01 P

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 30. Oktober 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag



Schäfer

**LIPPERT, STACHOW, SCHMIDT & PARTNER**  
Patentanwälte · European Patent Attorneys · European Trademark Attorneys  
Krenkelstraße 3 · D-01309 Dresden  
Telefon +49 (0) 3 51.3 18 18-0  
Telefax +49 (0) 3 51.3 18 18 33



Ad/Ad

12. Dezember 2002

- 5 **SUSS Microtec Testsysteme GmbH**  
**01561 Sacka**

10 **Verfahren und Vorrichtung zum Testen von bewegungssensiblen Substraten**

15 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Testen von bewegungssensiblen Substraten, bei dem ein Substrat auf einem Chuck befestigt und mit Kontaktnadeln kontaktiert wird und anschließend mittels der Kontaktnadeln physikalische Eigenschaften des Substrats ermittelt werden.

20 Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zum Testen von bewegungssensiblen Substraten mit einem Chuck, der mit einer Substrataufnahme- fläche versehen ist, einer mit dem Chuck verbundenen Positioniervorrichtung, und mit Kontaktnadeln.

25 In verschiedenen Anwendungsbereichen, so z. B. in Kfz-Positionier- oder Airbagsystemen, werden bewegungssensible Halbleiterbauelemente eingesetzt. Mit diesen bewegungssensiblen Halbleiterbauelementen wird beispielsweise eine auf das Bauelement einwirkende Beschleunigung linearer oder rotatorischer Art gemessen. Diese bewegungssensiblen Halbleiterbauelemente müssen, wie andere Halbleiterbauelemente auch, während des Herstellungsprozesses getestet werden.

30 Für das Testen oder Prüfen von Halbleiterbauelementen sind entsprechende Testeinrichtungen, sogenannte Prober, vorgesehen. Auf diesen Probern können die Halbleiterbauelemente in verschiedenen Herstellungsstadien getestet werden, beispielsweise

im Verband der Halbleiterscheibe oder als vereinzelte Bauelemente. Die Halbleiterbauelemente haben eine scheibenförmige Gestalt mit einer Oberseitenfläche und einer dazu parallelen Unterseitenfläche und einer Höhe, die der Dicke der Halbleiterscheibe entspricht.

Für die Prober stellen die Halbleiterbauelemente Substrate dar, die auf einer Spannvorrichtung des Probers, einem sogenannten Chuck, festgehalten werden. Zum Testen der Substrate werden dann geeignete Messstellen auf dem Substrat mittels Kontaktnadeln kontaktiert und mittels dieser Kontaktnadeln die physikalischen Eigenschaften, insbesondere die elektrischen Eigenschaften, der Substrate ermittelt.

Mit herkömmlichen Probern nach dem vorliegenden Stand der Technik können bewegungssensible Substrate der eingangs genannten Art nur in ihrem mechanisch-statischen Verhalten getestet werden. Nachteilig ist es dabei, dass das mechanisch-dynamische Verhalten nicht geprüft werden kann.

Der Erfindung liegt damit die Aufgabe zugrunde, ein Testen physikalischer Eigenschaften von bewegungssensiblen Substraten im mechanisch-dynamischen Verhalten zu ermöglichen.

Gemäß der Erfindung wird die Aufgabe verfahrensseitig dadurch gelöst, dass das Substrat während der Ermittlung der physikalischen Eigenschaften mechanisch beschleunigt wird.

Durch eine derartige Beschleunigung kann ein Testen des Substrates und mechanisch-dynamischen Bedingungen erfolgen und somit der spätere praktische Einsatz bereits bei einem Testen berücksichtigt werden.

In einer bevorzugten Variante des Verfahrens ist vorgesehen, dass das Substrat eine Beschleunigung erfährt, die zunächst positiv und anschließend bis zum Bewegungsstillstand negativ ist. Dadurch wird es möglich, das Substrat über kurze Auslenkung zu bewegen.

Eine Möglichkeit der Simulation der Bewegung des Substrates besteht darin, dass die Beschleunigung eine Linearbeschleunigung darstellt. Dabei besteht die Möglichkeit, dass die Linearbeschleunigung in einer zur Oberseitenfläche des Substrats parallelen Richtung erfolgt. Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass die Linearbeschleunigung in einer zur Oberseitenfläche des Substrats senkrechten Richtung erfolgt.

Eine andere Möglichkeit der Simulation der Bewegung des Substrates besteht darin, dass die Beschleunigung eine Drehbeschleunigung zu einer senkrecht zur Oberseitenfläche liegenden Drehachse darstellt.

Beide Simulationsmöglichkeiten können auch einander überlagert werden. Die gewählte Simulationsmöglichkeit wird sich nach Funktionsprinzip und dem zu testenden Einsatzzweck richten.

Zweckmäßig ist es, dass die Beschleunigung wiederholt wird. Insbesondere ist es zweckmäßig, dass das Substrat in mechanische Schwingung versetzt wird. Die Realisierung einer Schwingung ist einfach zu realisieren und ermöglicht das Testen bei sehr hohen Beschleunigungen und geringen Auslenkungen, was einen positiven Einfluss auf die Kontaktierung hat.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch dadurch ausgestaltet werden, dass die Beschleunigung durch einen mechanischen Schlag erfolgt. Dabei wird eine Beschleunigung in Form eines Dirac-Impulses auf das Substrat aufgebracht. Hierbei kann die Reaktion des Substrats auf die beschleunigende Flanke wie auch auf die verzögernde Flanke gemessen werden. Vorausgesetzt, dass der Dirac-Impuls eine nicht ideale Form hat, das heißt, dass zwischen beiden Flanken eine Zeitdauer liegt, ist auch möglich, die Messung entweder auf der einen oder auf der anderen Flanke der schlagartigen Beschleunigung oder Verzögerung vorzunehmen.

Vorrichtungsseitig wird die erfindungsgemäße Aufgabenstellung dadurch gelöst, dass der Chuck aus einem unteren Chuckteil, der

mit der Positioniervorrichtung verbunden ist, und einem oberen Chuckteil, der mit der Substrataufnahme­fläche versehen ist, besteht. Beide Chuckteile sind relativ zueinander beweglich miteinander verbunden und zwischen dem oberen und dem unteren Chuckteil ist mindestens ein Bewegungselement angeordnet. Damit kann die normale Funktion des Chuck beibehalten werden, durch die das Substrat mittels der Positioniereinrichtung relativ zu den Kontaktnadeln positioniert werden kann. Ohne eine Veränderung des Aufbaues eines Probers kann dann in das Substrat über das Bewegungselement die zum mechanisch-dynamischen Testen erforderliche Beschleunigung eingeleitet werden.

Zur Einleitung einer Linearbeschleunigung in senkrechter Richtung ist es zweckmäßig, dass die Unterseite des oberen Chuckteiles und die Oberseite des unteren Chuckteiles unter Bildung eines Zwischenraumes einen Abstand zueinander aufweisen und in dem Zwischenraum mindestens ein in einer zur Oberseitenfläche des Substrats senkrechten Richtung bewegliches Bewegungselement angeordnet ist. Auf dem Bewegungselement liegt dann der obere Chuckteil auf. Durch eine Bewegung oder eine Ausdehnung des Bewegungselementes wird der obere Chuckteil relativ zu dem unteren Chuckteil bewegt. Bei Verwendung eines Bewegungselementes oder zweier Bewegungselemente ist vorzugsweise eine Führung zwischen dem oberen und dem unteren Chuckteil vorzusehen.

Mit drei Bewegungselementen, wie sie eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung vorsieht, kann eine zusätzliche Führung vermieden werden, da die Bewegungselemente selbst eine Dreipunktauflage bilden und sich somit eine Stabilisierung über eine Führung erübrigt.

Zur Vermeidung des Springens des oberen Chuckteiles bei einer Beschleunigung ist vorgesehen, dass der obere Chuckteil und der untere Chuckteil unter Beabstandung durch die Bewegungselemente federkraftbelastet miteinander verbunden sind. Somit kann vermieden werden, dass sich der obere Chuckteil von den Bewegungselementen abhebt.

Eine Ausführungsform sieht hierzu vor, dass in dem oberen Chuckteil ein Zugstift befestigt ist, der von der Unterseite des oberen Chuckteiles durch eine Durchgangsbohrung in dem unteren Chuckteil bis über die Unterseite des unteren Chuckteiles ragt. Dieser Zugstift weist an seinem Ende unter der Unterseite des unteren Chuckteiles einen Federanschlag auf, zwischen dem und der Unterseite des unteren Chuckteiles eine Feder gespannt ist.

10 Zur Einleitung einer Linearbeschleunigung in waagerechte Richtung ist vorgesehen, dass das obere Chuckteil auf dem unteren Chuckteil in einer zur Oberseitenfläche des Substrats parallelen Richtung beweglich gelagert ist. Mindestens ein längserstrecktes Bewegungselement ist längs der Unterseite des oberen Chuckteiles und längs der Oberseite des unteren Chuckteiles in dem Zwischenraum angeordnet und mit einem Ende an dem unteren Chuckteil und dem anderen Ende an dem oberen Chuckteil befestigt. Das Bewegungselement leitet dann die Beschleunigung in das obere Chuckelement durch Bewegung oder Ausdehnung ein.

20 Zur Einleitung einer Rotationsbeschleunigung ist vorgesehen, dass das obere Chuckteil auf dem unteren Chuckteil um eine senkrecht zur Oberseitenfläche liegenden Drehachse drehbar gelagert ist. Mindestens ein längserstrecktes Bewegungselement ist längs der Unterseite des oberen Chuckteiles und längs der Oberseite des unteren Chuckteiles in dem Zwischenraum angeordnet und mit einem Ende mit an dem unteren Chuckteil und dem anderen Ende mit einem seitlichen Abstand zu der Drehachse an dem oberen Chuckteil befestigt.

30 Hierbei besteht die Möglichkeit, dass die Drehachse als virtuelle Drehachse ausgebildet ist. Dabei ist vorgesehen, dass mehrere Bewegungselemente angeordnet sind, deren Drehmomente zur Drehachse zueinander im Gleichgewicht sind. Durch das Drehmomentengleichgewicht wird gewährleistet, dass sich das obere Chuckelement um die virtuelle Drehachse dreht und nicht verschoben wird.

- In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Bewegungselemente als piezokeramische Bauelemente ausgebildet sind, die mit einer Ansteuerelektronik elektrisch leitend verbunden sind. Piezokeramische Bauelemente verändern ihre geometrischen Maße entsprechend einer angelegten Spannung durch eine Veränderung in dem Kristallgitter. Die geometrische Veränderung liegt zwar im oder unterhalb des Millimeterbereiches, kann aber sehr schnell erfolgen, weshalb zweckmäßiger Weise sehr hohe Beschleunigungen erzielt werden können.
- 10 Zum einen können Relativbewegungen zwischen Substrat und Kontaktnadeln möglich sein, was insbesondere durch eine besondere Gestaltung der Kontaktnadeln erreicht werden kann. Zum anderen können jedoch auch Relativbewegungen zwischen Substrat und Kontaktnadeln dadurch vermieden werden, dass die
- 15 Kontaktnadeln zusammen mit dem oberen Chuckteil beweglich zumindest mittelbar mit diesem mechanisch verbunden sind. Zusammen mit dem oberen Chuckteil werden dann die Nadeln ebenfalls beschleunigt und folgen somit der Bewegung des oberen Chuckteiles. Damit wird einerseits die besondere Gestaltung der Kontaktnadeln unnötig und andererseits werden größere Bewegungshübe möglich, ohne dass die Kontaktnadeln auf dem Substrat "kratzen"
- 20

- Eine Ausführungsform sieht dabei vor, dass die Kontaktnadeln auf einer Nadelkarte angeordnet sind und die Nadelkarte mit dem oberen Chuckteil mechanisch verbunden ist. Hierbei übernimmt die Nadelkarte die Bewegungseinleitung auf die Kontaktnadeln.
- 25

- Eine andere Ausführungsform hierzu ist dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktnadeln mit Nadelhaltern versehen sind und dass mit dem oberen Chuckteil eine Nadelhalterplatte verbunden ist auf der die Nadelhalter befestigbar sind. In diesem Falle wird eine Beschleunigung des oberen Chuckteiles auf die Nadeln durch die Nadelhalterplatte und die Nadelhalter auf die Kontaktnadeln geführt.
- 30



Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigt

- 5 Fig. 1 eine Seitenansicht eines Chuck zur senkrechten Beschleunigung,
- Fig. 2 eine Seitenansicht eines Chuck zur senkrechten Beschleunigung mit Federvorspannung,
- Fig. 3 eine Seitenansicht eines Chuck zur rotatorischen Beschleunigung und
- 10 Fig. 4 eine Schnittdarstellung entlang der Linie IV - IV in Fig. 3.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Testen von bewegungssensiblen Substraten ist mit einem Chuck 1 versehen, wie er in Fig. 1 dargestellt ist. Dieser Chuck 1 ist mit einer Substrataufnahme-  
15 aufnahme- fläche 2 versehen. Auf diese Substrataufnahme- fläche ist eine Halbleiterscheibe 3 auflegbar. Diese Halbleiterscheibe 3 wird über ein Vakuum zwischen der Unterseite der Halbleiterscheibe 3 und der Substrataufnahme- fläche 2 gehalten. Dieses Vakuum wird über Vakuumführungs- kanäle 4 eingebracht.

20 Der Chuck 1 ist mit einer Positioniervorrichtung 5 verbunden, die den Chuck 1 in einer parallel zur Substrataufnahme- fläche 2 liegenden X-Y-Ebene, in einer senkrecht zur Substrataufnahme- fläche 2 liegenden Z-Richtung und um einen Drehwinkel  $\alpha$  positionieren kann. Die Halbleiterscheibe 3 beinhaltet bewegungs-  
25 sensible Substrate in Form von beschleunigungsmessenden Bauelementen, sogenannten Accelerometern. Zum Testen werden diese Substrate mit Kontaktnadeln 6 kontaktiert und darüber die physikalischen Eigenschaften der Substrate ermittelt. Diese Kontaktnadeln werden von Sondenhaltern 7 gehalten, die sich ihrer-  
30 seits auf einer Sondenhalterplatte 8 abstützen und darauf befestigt sind. Der Chuck 1 ist zweigeteilt und besteht aus einem unteren Chuckteil 9 und einem oberen Chuckteil 10. Dabei ist der untere Chuckteil 9 mit der Positioniervorrichtung 5 verbun-

den. Der obere Chuckteil 10 ist mit der Substrataufnahme­fläche 2 versehen. Beide Chuckteile 9 und 10 sind relativ zueinander beweglich. Zwischen der Unterseite 11 des oberen Chuckteiles 10 und der Oberseite 12 des unteren Chuckteiles 9 sind Bewegungs-  
 5 elemente 13 in Form von piezokeramischen Bauelementen angeordnet. Durch die Bewegungselemente 13 wird ein Abstand zwischen der Unterseite 11 und der Oberseite 12 eingestellt und dadurch ein Zwischenraum gebildet. Die drei Bewegungselemente bilden eine sichere Dreipunktauflage des oberen Chuckteiles 10 auf dem  
 10 unteren Chuckteil 9.

Die als Bewegungselemente 13 ausgeführten piezokeramischen Bauelemente sind in nicht näher dargestellter Weise mit einer Ansteuer­elektronik elektrisch leitend verbunden. Diese Ansteuer-  
 15 elektronik können die piezokeramischen Bauelemente mit einer Spannung beaufschlagt werden. Je nach Höhe der Spannung dehnen sich die piezokeramischen Bauelemente über ihre Kristallgitterstruktur aus und sorgen während dieser Ausbildung für den Eintrag einer Beschleunigung in den oberen Chuckteil 10 und darüber auch in das Substrat 14.

20 Im allgemeinen entsteht an einem piezokeramischen Bauelement eine Ausdehnung, die proportional zu angelegten Spannung ist. Die für die Bewegungserzeugung interessierende Beschleunigung des Substrates 14 kann, wie nachfolgend dargestellt, berechnet werden. Für eine Sinuserregung berechnet sich nach bekannter  
 25 Theorie die Auslenkung  $s$ , die Geschwindigkeit  $v$  und die Beschleunigung  $a$  als eine Funktion der Zeit  $t$  und der Frequenz  $f$  wie folgt:

$$s(t) = s_0 \cdot \sin(2\pi f \cdot t)$$

$$v(t) = s_0 \cdot 2\pi f \cdot \cos(2\pi f \cdot t)$$

$$a(t) = -s_0 \cdot 4\pi^2 f^2 \cdot \sin(2\pi f \cdot t)$$

$$a_{\text{Peak}} = 4\pi^2 f^2 s_0$$

$$a_{\text{RMS}} = 2\sqrt{2}\pi^2 f^2 s_0$$

$$s_0 = \frac{a_{\text{RMS}}}{2\sqrt{2} \cdot \pi^2 f^2}$$

Wie daraus ersichtlich wird, steigt Beschleunigung bei einer konstanten Auslenkungsamplitude mit dem Quadrat der Frequenz. Aus diesem Grunde können große Beschleunigungen gerade bei kleinen Auslenkungsamplituden erreicht werden. Andererseits können gerade niedrige Beschleunigungen nicht bei niedrigen Frequenzen erzielt werden.

Bei 1kHz wird nur eine Auslenkungsamplitude von  $0,36\mu\text{m}$  benötigt, um eine effektive (RMS-) von  $1g$  ( $1g = 9,82\text{m/s}^2$ ) zu erreichen. Folglich werden  $1,8\mu\text{m}$  für eine effektive  $5g$ -Beschleunigung benötigt. Bei 500Hz werden hierfür  $7\mu\text{m}$  benötigt. Eine Beschleunigung von effektiv  $1g$  würde bei 10Hz eine Auslenkung von  $3,6\text{mm}$  erfordern, was bei feststehenden Kontaktnadeln nicht durchführbar ist und zu einem Bruch der Nadeln führen würde. Aus diesem Grunde werden bei einem Einsatz von piezokeramischen Bauelementen höhere Frequenzen bevorzugt.

Die Beschleunigung, die mit piezokeramischen Bauelementen erreicht werden kann, kann aus der Frequenz  $f$ , der angelegten Wechselspannung mit einer Spitzenspannung  $U_{AC\text{-peak}}$  (ohne überlagerte Gleichspannung) und der maximalen Auslenkung  $s_{\text{max}}$ , die bei einem Maximum einer für das piezokeramischen Bauelement erlaubten Spannung  $U_{DC\text{-max}}$  erreicht wird, berechnet werden. Mittels Teilung durch  $9,82 \text{ m/g}\cdot\text{s}^2$  wird das Ergebnis von SI-Einheiten auf  $g$  konvertiert und mittels Teilung durch  $\sqrt{2}$  wird es auf einen hier relevanten Effektivwert (RMS) konvertiert:

$$s_0 = s_{\text{max}} \cdot \frac{U_{AC\text{-Peak}}}{U_{DC\text{-max}}}$$

$$a_{\text{RMS}} = \frac{2\sqrt{2}\pi^2 f^2 U_{AC\text{-peak}} s_{\text{max}}}{9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} g U_{DC\text{-max}}}$$

Damit kann über die angelegte Spannung an dem piezokeramischen Bauelement exakt die Beschleunigung eingestellt werden, die zu einem Testen des Substrates 14 erforderlich ist.

Insbesondere bei hohen Beschleunigungen wird es möglich, dass

sich bei einem Chuck 1 gemäß Fig. 1 das obere Chuckteil von den Bewegungselementen 13 oder von dem unteren Chuckteil 9 kurzzeitig löst und somit springt. Zur Vermeidung eines solchen Springens ist ein Chuck 1 gemäß Fig. 2 vorgesehen. Ein solcher Chuck 1 wird in gleicher Weise wie in Fig. 1 dargestellt, eingesetzt. Bei dem Chuck 1 gemäß Fig. 2 sind in dem oberen Chuckteil 10 Zugstifte 15 befestigt. Diese Zugstifte 15 ragen durch eine Durchgangsbohrung 16 in dem unteren Chuckteil 9 hindurch. An den unteren Enden der Zugstifte 15, die bis unter die Unterseite 17 des Unterteiles 9 ragen, sind Federanschlätze 17a vorgesehen, zwischen denen und der Unterseite 17 des unteren Chuckteiles 9 Federn 18 gespannt sind. Wie in Fig. 2 dargestellt, sind die Federn 18 als Tellerfedern ausgeführt.

Durch den Zugstift 15 wird nunmehr der obere Chuckteil 10 federbelastet in Richtung zum unteren Chuckteil 9 gezogen. Dabei wird der über die Bewegungselemente 13 eingestellte Abstand zwischen dem oberen Chuckteil und dem unteren Chuckteil 9 aufrechterhalten und die Bewegungselemente 13 zwischen beiden Teilen geklemmt. Dadurch wird erreicht, dass bei hohen Beschleunigungen, die durch die Bewegungselemente 13 in das obere Chuckteil 10 eingeleitet werden, dieses nicht springt.

In Fig. 3 und Fig. 4 ist ein Chuck 1 dargestellt, der in der gleichen Einbauweise eingesetzt werden kann, wie in Fig. 1 dargestellt. Der Chuck 1 gemäß Fig. 3 und Fig. 4 dient der Erzeugung einer Rotationsbewegung bzw. einer Drehbeschleunigung, die auf die Halbleiterscheibe 3 und damit auf das Substrat 14 wirkt. Hierzu ist der obere Chuckteil 10 auf dem unteren Chuckteil 9 über Kugeln 19 um eine virtuelle Drehachse 20 drehbar gelagert. Hierbei wird der Abstand zwischen dem oberen Chuckteil 9 und dem unteren Chuckteil 10 über die Kugeln 19 eingestellt. In dem dadurch entstehenden Zwischenraum sind vier längserstreckte Bewegungselemente 13 angeordnet. Sie sind längs der Unterseite 11 des oberen Chuckteiles 10 und längs der Oberseite 12 des unteren Chuckteiles 9 eingebracht und weisen alle den gleichen seitlichen Abstand zu der Drehachse 20 auf. Jedes

Bewegungselement 13 ist mit einem ersten Ende 21 an dem unteren Chuckteil 9 und mit einem zweiten Ende 22 an dem oberen Chuckteil 10 befestigt. Durch den gleichen Abstand der Bewegungselemente 13 zu der virtuellen Drehachse 20 besteht in der Drehachse 20 ein Drehmomentengleichgewicht, so dass mit Erregung der Bewegungselemente 13 der obere Chuckteil gegenüber dem unteren Chuckteil zwar verdreht, nicht jedoch verschoben wird. Dabei erfolgt die Erregung der hier ebenfalls als piezokeramischen Bauelementen ausgeführten Bewegungselemente 13 über jeweils die gleiche Erregungsspannung mit der gleichen Erregungsfrequenz.

Eine Linearbeschleunigung in der X-Y-Ebene kann mit dieser Anordnung in einfacher Weise dadurch bewerkstelligt werden, dass die einander gegenüber liegenden Bewegungselemente 13 jeweils entgegengesetzt angesteuert werden, das heißt, wenn sich das eine Bewegungselement 13 ausdehnt, zieht sich das gegenüberliegende Bewegungselement 13 um den gleichen Betrag zusammen. somit wird eine Linearbewegung in der Längserstreckung dieser Bewegungselemente 13 erzielt.

Auch Überlagerungen von Linear- und Rotationsbewegungen sind damit möglich.

Die Bewegungen des Substrates 14 relativ zu den Kontaktnadeln 6 wird durch die Kontaktnadeln 6 ausgeglichen, indem diese elastisch ausgeführt sind. Diese Elastizität kann beispielsweise durch sehr lange und schlanke Kontaktnadeln 6 erreicht werden.

Ein weiterer Bewegungsausgleich kann durch eine Modifizierung der Andruckkraft der Kontaktnadeln 6 auf das Substrat 14 erreicht werden. Hierbei ist es möglich, die Kontaktkraft entweder so einzustellen, dass die Kontaktnadel 6 auf der Kontaktfläche rutscht oder so einzustellen, dass gerade ein Rutschen vermieden wird und sämtliche Bewegung über die Kontaktnadeln 6 abgefangen wird. Die entsprechende Einstellung richtet sich je nach dem Einsatzfall und der Art der Substrate.

**LIPPERT, STACH W, SCHMIDT & PARTNER**  
Patentanwälte · European Patent Attorneys · European Trademark Attorneys  
Krenkelstraße 3 · D-01309 Dresden  
Telefon +49 (0) 3 51.3 18 18-0  
Telefax +49 (0) 3 51.3 18 18 33

Ad/Ad

12. Dezember 2002

5 **SUSS MicroTec Testsysteme GmbH**  
**01561 Sacka**

10 **Verfahren und Vorrichtung zum Testen von bewegungssensiblen**  
**Substraten**

**Bezugszeichenliste**

15

- 1 Chuck
- 2 Substrataufnahme­fläche
- 3 Halbleiterscheibe
- 20 4 Vakuumführungs­kanal
- 5 Positioniervorrichtung
- 6 Kontaktnadel
- 7 Sondenhalter
- 8 Sondenhalterplatte
- 25 9 unteres Chuckteil
- 10 oberes Chuckteil
- 11 Unterseite des oberen Chuckteiles
- 12 Oberseite des unteren Chuckteiles
- 13 Bewegungselemente
- 30 14 Substrat
- 15 Zugstift
- 16 Durchgangsbohrung
- 17 Unterseite des unteren Chuckteiles
- 17a Federanschlag
- 35 18 Feder
- 19 Kugel

- 20 Drehachse
- 21 erstes Ende
- 22 zweites Ende

**LIPPERT, STACHOW, SCHMIDT & PARTNER**  
 Patentanwälte · European Patent Attorneys · European Trademark Attorneys  
 Krenkelstraße 3 · D-01309 Dresden  
 Telefon +49 (0) 3 51.3 18 18-0  
 Telefax +49 (0) 3 51.3 18 18 33

Ad/Ad

12. Dezember 2002

5 **SUSS MicroTec Testsysteme GmbH**  
01561 Sacka

10 **Verfahren und Vorrichtung zum Testen von bewegungssensiblen Substraten**

**Patentansprüche**

15 1. Verfahren zum Testen von bewegungssensiblen Substraten bei dem ein Substrat auf einem Chuck befestigt und mit Kontaktnadeln kontaktiert wird und anschließend mittels der Kontaktnadeln physikalische Eigenschaften des Substrats ermittelt werden, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat  
 20 (14) während der Ermittlung der physikalischen Eigenschaften mechanisch beschleunigt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (14) eine Beschleunigung erfährt, die zunächst positiv und anschließend bis zum  
 25 Bewegungsstillstand negativ ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 dass die Beschleunigung eine Linearbeschleunigung darstellt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Linearbeschleunigung in einer  
 30 zur Oberseitenfläche des Substrats (14) parallelen Richtung erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Linearbeschleunigung in einer



zur Oberseitenfläche des Substrats (14) senkrechten Richtung erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 dass die Beschleunigung eine Drehbeschleunigung zu einer senkrecht zur Oberseitenfläche liegenden Drehachse (20) darstellt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschleunigung wiederholt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (14) in mechanische Schwingung versetzt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschleunigung durch einen mechanischen Schlag erfolgt.

10. Vorrichtung zum Testen von bewegungssensiblen Substraten mit einem Chuck, der mit einer Substrataufnahme­fläche versehen ist, einer mit dem Chuck verbundenen Positioniervorrichtung, und mit Kontaktnadeln, dadurch gekennzeichnet, dass der Chuck (1) aus einem unteren Chuckteil (9), der mit der Positioniervorrichtung verbunden ist und einem oberen Chuckteil (10), der mit der Substrataufnahme­fläche (2) versehen ist, besteht, beide Chuckteile (9; 10) relativ zueinander beweglich miteinander verbunden sind und zwischen dem oberen (10) und dem unteren Chuckteil (9) mindestens ein Bewegungselement (13) angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterseite (11) des oberen Chuckteiles (10) und die Oberseite (12) des unteren Chuckteiles (9) unter Bildung eines Zwischenraumes einen Abstand zueinander aufweisen und in dem Zwischenraum mindestens ein in einer zur Oberseitenfläche des Substrats senkrechten Richtung bewegliches Bewegungselement (13) angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass drei Bewegungselemente (13) angeordnet sind.

5 13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass der obere Chuckteil (10) und der untere Chuckteil unter Beabstandung durch die Bewegungselemente (13) federkraftbelastet miteinander verbunden sind.

10 14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass in dem oberen Chuckteil (10) ein Zugstift (15) befestigt ist, der von der Unterseite (11) des oberen Chuckteiles (10) durch eine Durchgangsbohrung (16) in dem unteren Chuckteil (9) bis über die Unterseite (17) des unteren Chuckteiles (9) ragt, und der an seinem Ende unter der Unterseite (17) des unteren Chuckteiles (9) einen Federanschlag (17a) aufweist, zwischen dem und der Unterseite (17) des unteren Chuckteiles (9) eine Feder (18) gespannt ist.

15 15. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das obere Chuckteil (10) auf dem unteren Chuckteil (9) in einer zur Oberseitenfläche des Substrats (14) parallelen Richtung beweglich gelagert ist und dass  
20 mindestens ein längserstrecktes Bewegungselement (13) längs der Unterseite (11) des oberen Chuckteiles (10) und längs der Oberseite (12) des unteren Chuckteiles (9) in dem Zwischenraum angeordnet ist und mit einem Ende (21) an dem unteren Chuckteil  
25 (9) und dem anderen Ende (22) an dem oberen Chuckteil (10) befestigt ist.

30 16. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das obere Chuckteil (10) auf dem unteren Chuckteil (9) um eine senkrecht zur Oberseitenfläche liegenden Drehachse (20) drehbar gelagert ist und dass mindestens ein längserstrecktes Bewegungselement (13) längs der Unterseite (11) des oberen Chuckteiles (9) und längs der Oberseite (12) des unteren Chuckteiles (10) in dem Zwischenraum ange-

ordnet ist und mit einem Ende (21) mit an dem unteren Chuckteil (9) und dem anderen Ende (22) mit einem seitlichen Abstand zu der Drehachse (20) an dem oberen Chuckteil (10) befestigt ist.

5 17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehachse (20) als virtuelle Drehachse (20) ausgebildet ist und dass mehrere Bewegungselemente (13) angeordnet sind, deren Drehmomente zur Drehachse (20) zueinander im Gleichgewicht sind.

10 18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungselemente (13) als piezokeramische Bauelemente ausgebildet sind, die mit einer Ansteuerelektronik elektrisch leitend verbunden sind.

15 19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktnadeln (6) zusammen mit dem oberen Chuckteil (10) beweglich zumindest mittelbar mit diesem mechanisch verbunden sind.

20 20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktnadeln (6) auf einer Nadelkarte angeordnet sind und die Nadelkarte mit dem oberen Chuckteil (10) mechanisch verbunden ist.

25 21. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktnadeln (6) mit Nadelhaltern versehen sind und dass mit dem oberen Chuckteil (10) eine Nadelhalterplatte verbunden ist auf der die Nadelhalter befestigbar sind.

**LIPPERT, STACHOW, SCHMIDT & PARTNER**

Patentanwälte · European Patent Attorneys · European Trademark Attorneys

Krenkelstraße 3 · D-01309 Dresden

Telefon +49 (0) 3 51.3 18 18-0

Telefax +49 (0) 3 51.3 18 18 33

Ad/Ad

12. Dezember 2002

5 **SUSS MicroTec Testsysteme GmbH**  
**01561 Sacka**

10 **Verfahren und Vorrichtung zum Testen von bewegungssensiblen**  
**Substraten**

**Zusammenfassung**

15 Der Erfindung, die ein Verfahren zum Testen von bewegungssensiblen Substraten, bei dem ein Substrat auf einem Chuck befestigt und mit Kontaktiernadeln kontaktiert wird und eine Vorrichtung betrifft, die mit einem Chuck versehen ist, der mit einer Positioniervorrichtung verbunden ist und die Kontaktnadeln aufweist, liegt die Aufgabe zugrunde, ein Testen physikalischer Eigenschaften von bewegungssensiblen Substraten im mechanisch dynamischen Verhalten zu ermöglichen. Dies wird dadurch gelöst, dass das Substrat während der Ermittlung der physikalischen Eigenschaften mechanisch beschleunigt wird. Der

20 Chuck besteht dabei aus einem unteren und oberen Chuckteil, wobei beide Chuckteile relativ zueinander beweglich sind und zwischen beiden Chuckteilen mindestens ein Bewegungselement angeordnet ist.

25 (Fig.1)

